

# Generación de cónicas con luz láser

**Ernesto Cyrulies**

*Universidad Nacional de General Sarmiento. Instituto del Desarrollo Humano. Los Polvorines. Buenos Aires. Argentina*

*e-mail: [ecyrulie@ungs.edu.ar](mailto:ecyrulie@ungs.edu.ar)*

[Recibido en septiembre de 2010, aceptado en febrero de 2011]

En este artículo se propone la construcción de un dispositivo didáctico con el cual se logra la visualización de las cónicas, curvas que resultan de la intersección de un cono con un plano en diferentes orientaciones. La particularidad de dicho dispositivo es que dichas curvas generadas son, en realidad, trayectorias lumínicas obtenidas mediante un puntero láser.

**Palabras Claves:** *Cono; cónicas; láser; rotación.*

## Generation of conics using a laser light

This article proposes the construction of a teaching device that allows viewing of conics, curves resulting from the intersection of a cone with a plane in different orientations. The particularity of this device is that the generated curves are actually light paths obtained by means of a laser pointer.

**Keywords:** *Cone; conical; laser; rotation.*

## Fundamento teórico

El estudio de las cónicas es parte importante de los contenidos de geometría en el nivel medio y en el nivel superior, particularmente en carreras orientadas a las ciencias exactas y naturales. Dichas curvas están presentes en muchos contextos, tanto de las ciencias naturales como del mundo tecnológico. Un ejemplo paradigmático lo constituyen las posibles órbitas de cuerpos celestes sometidos a una fuerza central, como es el caso de planetas y cometas. Por otro lado, puede citarse el uso de parábolas<sup>1</sup> de manera muy difundida en la tecnología de comunicaciones entre otras aplicaciones (Britton, 1999).

Las cónicas son cuatro: circunferencia, elipse, parábola e hipérbola. Las mismas se generan a partir de la sección de un cono por medio de un plano y están determinadas por la relación entre dos ángulos característicos: el comprendido entre dicho plano y el eje de simetría del cono ( $\beta$ ) y el de apertura o conicidad ( $\alpha$ ). Si  $\beta$  es un ángulo recto la curva generada es la circunferencia, en cambio, si es mayor que  $\alpha$  la curva es la elipse, si son iguales se trata de la parábola y, finalmente, si  $\beta$  es menor que  $\alpha$  se genera la hipérbola.

Es conveniente a los efectos de lograr mayor significatividad a partir de una actividad experimental asociada, que en las instituciones educativas se enseñen estos contenidos mostrando empíricamente los seccionados. Esto es posible a través de conos de cartulina, acetato u otro material, truncando convenientemente a los mismos recortándolos con tijera. Otra posibilidad, ciertamente, es la confección de los conos de manera sólida, por ejemplo con yeso, crealina o material moldeable similar. Esto permite una mejor interpretación, particularmente por parte de los alumnos que carecen de visión espacial (Real Pérez, 2004).

Otra forma sencilla de visualizar las cónicas consiste en construir un cono de cuerdas sobre el cual se dirija un láser moviéndolo rápidamente en un plano en diferentes orientaciones (Cañamero Lancha et al., 2005).

<sup>1</sup> En realidad paraboloides, superficies generadas por la rotación de una parábola en torno a su eje de simetría.

Aquí se propone la generación de las curvas por la incidencia de luz láser sobre un elemento rotatorio. El dispositivo en cuestión es de construcción relativamente simple, y se propone para ser construido por parte del docente a los efectos de ser utilizado como material didáctico en sus clases.

## Principio de funcionamiento

El dispositivo consiste esencialmente en un montaje rotatorio con un eje vertical que corresponde al eje de simetría del cono. Éste en realidad, no existe como cuerpo sino que es la superficie generada por dos alambres rígidos dispuestos a modo de triángulo isósceles. El conjunto se apoya sobre una base horizontal. El dispositivo gira en torno al eje citado. Por lo tanto, los alambres son las generatrices del cono deseado.

Para que se produzca el efecto buscado, es preciso que dicha disposición triangular gire a elevada velocidad de rotación, para lo cual se torna necesario motorizarlo.

Por otro lado, se requiere la incidencia de luz extendida en dos dimensiones, a modo de plano (naturalmente esto es una idealización, pues se desprecia el “espesor” del haz luminoso). Al hacer incidir adecuadamente la luz sobre los alambres en rotación, puede entenderse que será visible una trayectoria lumínica producto de la sucesión de puntos iluminados durante el giro. Para un instante dado, sólo se tendrán dos sectores opuestos iluminados, pero la persistencia en la retina hace que se vea una línea continua de luz si la velocidad angular es suficientemente elevada. Naturalmente, es necesario oscurecer convenientemente la habitación donde se realiza la experiencia.

Un punto crítico es disponer de una fuente de luz que ilumine una pared mediante una línea estrecha y brillante.

Hemos experimentado diferentes montajes para obtener esto. En un primer prototipo se utilizó la bombilla de un reflector de alta potencia confinada dentro de una caja metálica. En ésta se practicó una estrecha ranura en una de sus caras y paralela al filamento de la bombilla, el cual es, esencialmente, lineal. Si bien se obtuvieron resultados medianamente satisfactorios, se tuvo el inconveniente de la generación de alta temperatura, difícil de disipar debido a la elevada potencia necesaria (500W).

Como segundo recurso se optó por un láser de 20 mW cuya longitud de onda es 532 nm. Este tipo de láser emite en intenso color verde, resultando visible el haz a pesar de ser un instrumento de mano (puntero). Esto se adjudica a la sensibilidad acentuada de la retina para esa frecuencia. Estos punteros son de aparición relativamente reciente en el mercado y de fácil adquisición. Estas características, definitivamente lo hacen adecuado para el presente proyecto.

Es posible abrir el haz de la manera descrita a través de un espejo cilíndrico utilizando la cara convexa del mismo. Esta manera permite obtener las líneas continuas que constituirán las cónicas.

## Procedimiento de construcción y uso

### Materiales

A continuación aparece una lista orientativa mínima de elementos necesarios para realizar la experiencia:

- Motor eléctrico de baja potencia (se ha utilizado el de un pequeño ventilador en desuso).

- Base de madera o fibrofácil de 30 por 30 centímetros aproximadamente.
- Listón de madera 5 x 2,5 cm, 40 cm de largo.
- Listón de madera 1 x 1 cm, 30 cm de largo.
- Listón de madera 1 x 1 cm, 3 cm de largo.
- Alambre de aluminio, 3 mm de diámetro.
- Planchuela de aluminio de 1 x 0,3 cm (o similar), 20 cm de largo.
- Pintura negro mate.
- Elementos de unión necesarios (tornillos, pegamento, etc.)
- Puntero láser de alta luminosidad (luz verde)
- Espejo cilíndrico. Para esto resulta útil una pequeña lámina de acero inoxidable curvada convenientemente. Se obtuvieron buenos resultados con otros elementos (ver texto).

### Construcción

Para la confección del rotor se dispuso de un listón de madera de 1 x 1 cm por 30 cm de largo para la base y de 3 cm para la parte superior (figura 1). Cerca de los extremos de dichos listones se realizaron perforaciones que permitan introducir a presión los alambres de aluminio (previamente pulidos con lana de acero). Nótese que será necesario en estos últimos doblar los extremos para que queden alineados con las perforaciones. Esto facilita la perforación en la madera, dado que así puede realizarse perpendicularmente. En la parte media de los listones se requerirá un agujero, en la base para ajustar al eje del motor y en la superior para un tornillo que cumpla el papel de guía. Es importante el centrado de estas operaciones para evitar el desbalanceo durante el giro. Además es necesario para evitar “doble imagen”, cosa que ocurrirá si ambos alambres no describen la misma trayectoria. El conjunto armado quedará con el aspecto de un triángulo isósceles truncado como puede verse en la figura 1.

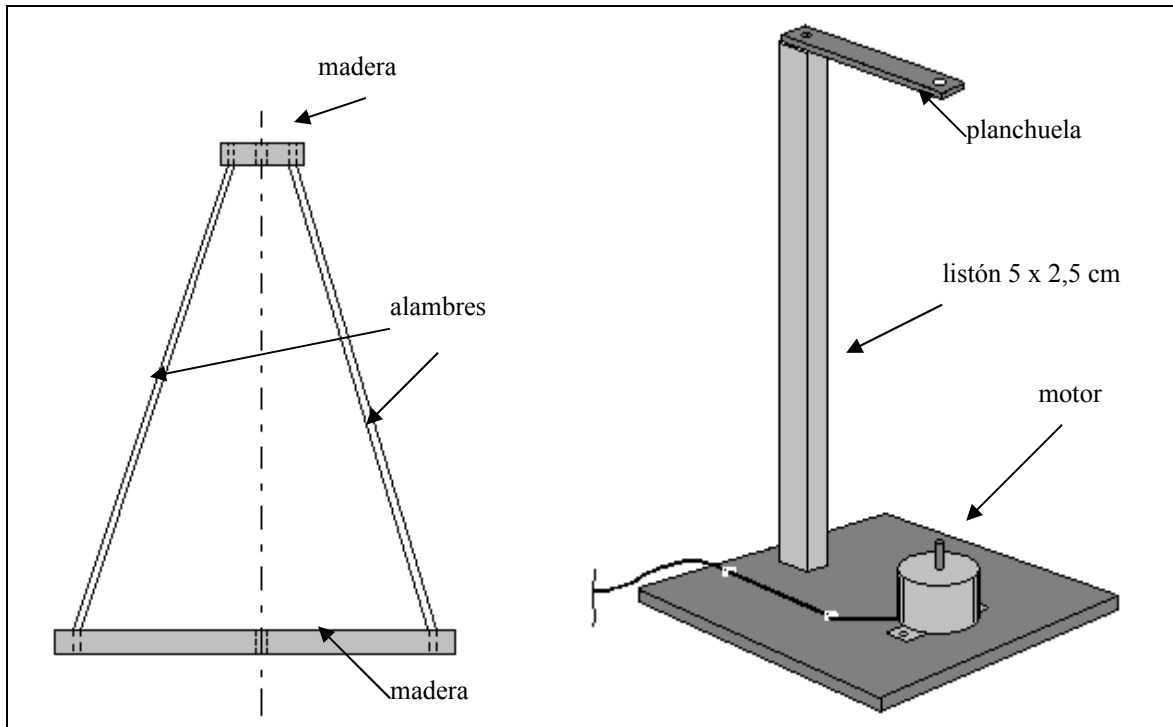
Para el soporte del conjunto, se dispone de la base sobre la cual se fijará el listón de 5 x 2,5 cm a modo de columna. Se sugiere realizar dicha unión con tornillos introducidos desde la parte inferior de la base; también es conveniente encolar la unión para otorgarle mayor rigidez. Es importante aquí que el corte del listón esté realizado de forma perpendicular para asegurar la escuadra con la base.

En la parte superior de esta columna se atornillará la planchuela de aluminio (puede remplazarse por madera) que hará de soporte superior del elemento rotante. Dicha planchuela deberá tener un orificio para introducir la guía superior del rotor. Se muestra en la figura 2 la solución elegida para este guiado. Se sugiere lubricar este vínculo.

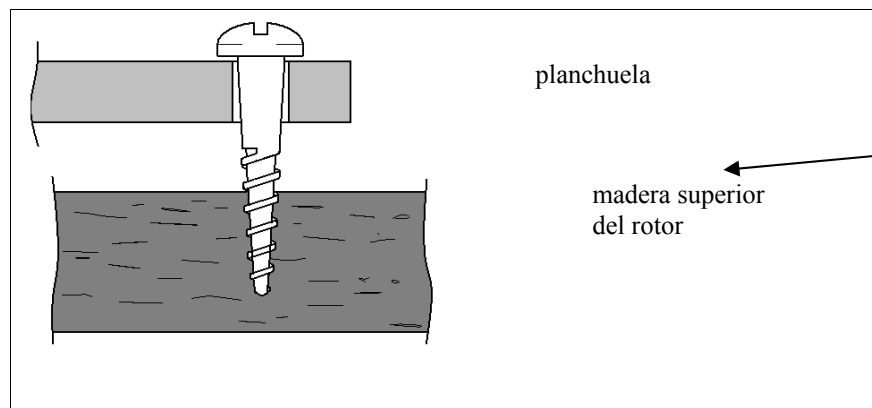
Por otro lado, deberá fijarse a la base el motor del rotor; el soporte necesario obviamente depende del tipo de motor disponible. Es importante realizar las mediciones necesarias durante todo el montaje para una alineación precisa entre el eje del motor y la guía superior. Finalmente, a los efectos de minimizar reflejos indeseados del láser, se pintará de negro mate todos los componentes salvo los alambres.

Para la obtención del espejo curvo, necesario para abrir el rayo del láser, se experimentó con una lámina de acero inoxidable de unos 4 cm de lado la cual se curvó de manera cilíndrica con un diámetro aproximado de 5 cm. Para que la luz emitida no se disperse de manera indeseada, es imprescindible que dicha lámina se encuentre libre de ralladuras, por lo cual es conveniente pulirla suavemente con abrasivo fino para aumentar su reflectividad. Puede intentarse con

otros elementos que cumplan aquellos requisitos, por ejemplo algún envase comercial. También se obtuvieron resultados satisfactorios utilizando un trozo de envase de un termo roto. Por otro lado, cabe aclarar que existen láseres utilizados para nivelación que proporcionan un plano de luz como el buscado, pero el costo de los mismos es significativamente mayor.



**Figura 1.** Rotor y su soporte.



**Figura 2.** Vínculo superior del rotor.

### Uso del dispositivo

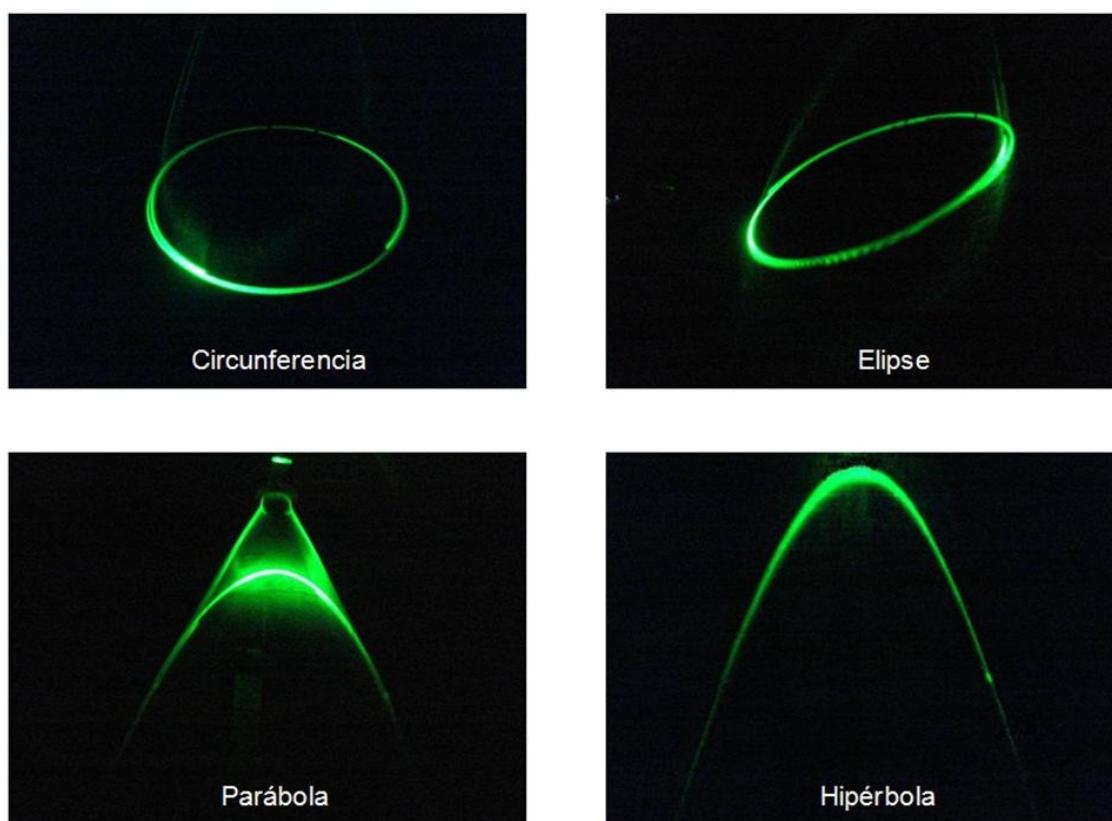
En primer lugar, hay que asegurarse de tener las conexiones eléctricas en condiciones, comprobar el libre giro del rotor y su buen balanceo.

Conviene oscurecer la habitación y hacer incidir la luz láser sobre el cono para comprobar las diferentes formas obtenidas sobre el mismo. Para lograr imágenes estables será importante que el láser y el espejo se encuentren fijos, para lo cual se utilizaron columnas y nueces comunes de laboratorio.

## Resultados y comentarios

El dispositivo descrito en este trabajo se utilizó en dos institutos de formación docente (ISFD 112 y 140 de la provincia de Buenos Aires) en la materia Astronomía I, al introducir el tema de órbitas. Ha dado cuenta de su utilidad y ventaja frente al uso de esquemas donde el alumno debe imaginar los cortes representados lo cual no está libre de dificultades. Dicha utilidad, sin embargo, puede verse disminuida si se trabaja con grupos muy numerosos de alumnos. Por otro lado, se torna necesario que pueda oscurecerse el aula donde sea utilizado.

Finalmente, es importante aclarar que, aún tratándose de un láser de baja potencia, deberán tomarse precauciones para evitar reflejos hacia los ojos de los observadores. Dado que este dispositivo tiene aplicación escolar, el docente que lo utilice deberá ubicar a sus alumnos en posiciones donde el rayo no alcance sus rostros.



**Figura 3.** Cónicas obtenidas con un puntero láser, por el procedimiento descrito en este trabajo (la circunferencia se observa como una elipse debido a una cuestión de perspectiva).

## Referencias

- Real Pérez, M. (2004). Las cónicas: método de aprendizaje constructivo. Revista Suma 46, 71-77. En línea en: [http://www.revistasuma.es/index.php?option=com\\_docman&task=doc\\_download&gid=77&Itemid=33](http://www.revistasuma.es/index.php?option=com_docman&task=doc_download&gid=77&Itemid=33).
- Cañamero Lancha, A., Quiroz Gracián, I. y Gómez Crespo, M. (2005). Construyendo elipses y parábolas. El rincón de la ciencia. Revista de divulgación del I.E.S. Victoria Kent. En línea en: [http://www.madrimasd.org/cienciaysociedad/feria/publicaciones/Feria6/6/IES\\_Victoria\\_kent.pdf](http://www.madrimasd.org/cienciaysociedad/feria/publicaciones/Feria6/6/IES_Victoria_kent.pdf)
- Britton, J. (1999). Occurrence of the conics. En línea en: <http://britton.disted.camosun.bc.ca/jbconics.htm>